

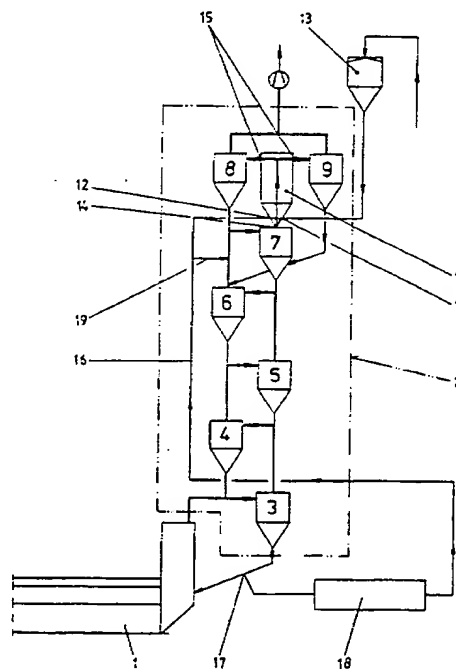


71 Anmelder:
GRAF-EPE GmbH, 61381 Friedrichsdorf, DE
74 Vertreter:
Schlagwein, U., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61231 Bad
Nauheim

72 Erfinder:
Graf, Rolf, Dr., 61381 Friedrichsdorf, DE; Liebig,
Eberhard, 65191 Wiesbaden, DE
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE 41 32 167 A1
DE 38 17 356 A1
DE 36 43 143 A1
DE 34 15 210 A1
DE 33 13 544 A1
DE 32 15 793 A1
EP 65 436 B1
WO 93 10 884 A1
Stand der Vorcalciniertechnik in der
Zementindustrie. In: Zement-Kalk-Gips, Nr.7/1986,
39.Jg., S.351-366;

54 Zyklonwärmetauscher für Drehöfen zur Klinkererzeugung in Zementwerken und Verfahren zur
Abgasentschwefelung eines Drehofens mit einem solchen Zyklonwärmetauscher

57 Bei einem Drehofen (1) für die Klinkererzeugung in
Zementwerken wird Rohmehl im Gegenstrom zu dem Abgas
des Drehofens (1) über einen in mehreren Stufen hinterein-
ander geschaltete Zyklone (3-9) aufweisenden Zyklonwärme-
tauscher (2) dem Drehofen (1) zugeführt. In den Zyklonwärme-
tauscher (2) ist ein Rückstromwirbler (10) geschaltet,
über den zur Abgasentschwefelung das Rohmehl und über
einen zusätzlichen Reaktionsmitteleinlaß (12) Reaktionsmit-
tel zugeführt wird. Bei diesem Reaktionsmittel handelt es
sich vorzugsweise um kalziniertes Heißmehl.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Zyklonwärmetauscher für die Klinkererzeugung in Zementwerken, bei dem Rohmehl im Gegenstrom zu dem Abgas des Drehofens über einen in mehreren Stufen hintereinander geschaltete Zyklone aufweisenden Zyklonwärmetauscher dem Drehofen zugeführt wird und der eine Abgasentschwefelung mit einem Rückstromwirbler hat, welcher an seiner Unterseite mit einem Gaseinlaß und darüber mit einem Reaktionsmitteleinlaß und an seinem oberen Ende einem Gasauslaß versehen ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Abgasentschwefelung eines solchen Drehofens.

Bei der heute sehr weitgehend verbreiteten Herstellung von Zement mittels eines Drehofens und einem Zyklonwärmetauscher zur Vorwärmung für das Rohmehl entsteht ein Abgas, das teilweise einen für die Umweltbelastung unzulässig hohen SO_2 -Gehalt hat. Diese SO_2 -Emissionen entstehen aus den sulfidischen Bestandteilen des Rohmehls und erfordern eine Abgasentschwefelung. Hierzu setzt man zur Zeit Entschwefelungsanlagen ein, welche üblicherweise hinter der eigentlichen Zementherstellung als eigenes System angeordnet sind. Solche Entschwefelungsanlagen sind nicht nur teuer in der Anschaffung, sondern bedingen auch erhebliche Betriebskosten.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, einen Zyklonwärmetauscher der eingangs genannten Art zu entwickeln, dessen Abgase mit besonders geringem Aufwand zu entschwefeln sind. Weiterhin soll ein Verfahren zur Entschwefelung eines Drehofens mit einem solchen Zyklonwärmetauscher geschaffen werden.

Das erstgenannte Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Zyklonwärmetauscher zusätzlich zu dem Rohmehleinlaß einen Reaktionsmitteleinlaß hat.

Bei einem solchen Zyklonwärmetauscher findet die Rauchgasentschwefelung nicht mehr in einer separaten Entschwefelungsanlage, sondern in den Zyklonen des Zyklonwärmetauschers statt. Dadurch fällt kein durch die Entschwefelung verbrauchtes und deshalb zu entsorgendes Reaktionsmittel an. Das eingegebene Reaktionsmittel wird vielmehr in den erzeugten Zementklinker eingebunden. Dort ist es nicht nur unschädlich, sondern sogar nützlich, da den meisten Zementklinkern bei der Vermahlung zu Zement Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) als Abbindeverzögerer zugesetzt wird und das mit dem Schwefeldioxid reagierte Reaktionsmittel teilweise die Wirkung als Abbindeverzögerer übernehmen kann, so daß sich der Verbrauch an Gips verringert.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn in den Zyklonwärmetauscher ein Rückstromwirbler geschaltet ist, welcher an seiner Unterseite einen Gaseinlaß und darüber den Reaktionsmitteleinlaß und den Rohmehleinlaß und an seinem oberen Ende den Gasauslaß hat und wenn sein Gasauslaß mit zumindest einem Zyklon einer oberen Stufe der Zyklone und sein Gaseinlaß mit dem Gasauslaß der nächsttieferen Stufe der Zyklone Verbindung hat. Ein solcher Rückstromwirbler sorgt für eine intensive Vermischung des zugegebenen Reaktionsmittels mit dem Rohmehl, so daß man mit relativ geringen Reaktionsmittelmengen arbeiten kann.

Besonders wirksam arbeitet die Entschwefelung, wenn der Rückstromwirbler zwischen der vorletzten und letzten Stufe des Zyklonwärmetauschers angeordnet ist.

Der Reaktionsmittelverbrauch ist besonders gering, wenn gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfin-

dung der Rückstromwirbler zusätzlich zu dem Reaktionsmitteleinlaß einen Rohmehl-Rückführeinlaß hat, welcher über eine Rückführleitung mit dem Feststoffauslaß des dem Rückstromwirbler nachgeschalteten Zyklons verbunden ist.

Auf die Beschaffung und Zubereitung eines Reaktionsmittels für die Abgasentschwefelung kann verzichtet werden, wenn gemäß einer ganz besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung von dem Reaktionsmitteleinlaß des Rückstromwirblers zum Zuführen des Reaktionsmittels eine Verbindung zu einem Heißmehlauslaß führt, welcher in einem solchen Bereich des Zyklonwärmetauschers angeordnet ist, in dem das Rohmehl zumindest teilweise kalziniert wurde. Bei einem solchen Drehofen läßt sich allein durch die zusätzliche Anordnung eines Rückstromwirblers eine wirksame Abgasentschwefelung erzielen, ohne daß ein separates Reaktionsmittel erforderlich wird und ohne daß zu entsorgende, schwefelhaltige Reaktionsprodukte anfallen. Möglich ist es auch, das Heißmehl statt in einen Rückstromwirbler unmittelbar in einen der Zyklone des Zyklonwärmetauschers einzugeben.

Das Heißmehl kann vor seiner Eingabe als Reaktionsmittel behandelt werden, um es wirksamer zu machen oder um besondere Abgasreinigungsaufgaben zu erfüllen, wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung in die Verbindung zwischen dem Heißmehlauslaß und dem Reaktionsmitteleinlaß eine Heißmehlbehandlung angeordnet ist.

Der Aufwand zum Fördern des an der Entnahmestelle mit mehr als 850°C anfallenden Heißmehls kann verringert werden, wenn die Heißmehlbehandlung zum Kühlen des Heißmehls ausgebildet ist.

Die Abscheideleistung für Schwefeldioxid kann erheblich gesteigert werden, wenn die Heißmehlbehandlung zur Zugabe zementtypischer Katalysatoren wie Eisenoxid oder Eisensulfat ausgebildet ist.

Einen hohen Entschwefelungswirkungsgrad erreicht man, wenn die Heißmehlbehandlung zum Umwandeln von Calciumoxid (CaO) in Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ausgebildet ist.

Wenn aus dem Abgas NO_x -Verbindungen entfernt werden müssen, dann kann man vorsehen, daß die Heißmehlbehandlung zum Einspritzen von Ammoniak ausgebildet ist.

Wenn aus dem Abgas zugleich Schwermetalle entfernt werden müssen, dann ist es vorteilhaft, wenn das in den Rückstromwirbler eingegebene Reaktionsmittel zusätzlich zum Calciumoxid zur Bindung von Schwermetallen Aktivkohle, Herdofenkoks oder andere Reaktionsmittel enthält. Möglich ist es auch, Wasser oder ein Wasser-Harnstoffgemisch in den Rückstromwirbler einzugeben.

Der Rückstromwirbler kann besonders klein ausgebildet werden, wenn von der Verbindung zwischen dem Heißmehlauslaß und dem Reaktionsmitteleinlaß des Rückstromwirblers eine Abzweigung zum Gaseinlaß eines unterhalb des Rückstromwirblers liegenden Zyklons führt.

Der Rückstromwirbler hat optimalen Querschnitt, wenn er für eine Gasgeschwindigkeit von 5–8 m/s bemessen ist.

Das zweitgenannte Problem, nämlich die Schaffung eines Verfahrens zum Entschwefeln eines Drehofens mit einem Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche für die Klinkererzeugung in Zementwerken, bei dem Rohmehl im Gegenstrom zu dem Abgas des Drehofens über einen in meh-

rerer Stufen hintereinander geschaltete Zykclone aufweisenden Zyklonwärmetauscher dem Drehofen zugeführt wird, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß dem Zyklonwärmetauscher in einem solchen Bereich, in welchem das Rohmehl zumindest teilweise kalziniert ist, aus dem Rohmehl entstandenes Heißmehl entnommen und in eine höhere Zyklonstufe eingegeben wird.

Dieses Verfahren basiert auf der Erkenntnis, daß das Rohmehl nach seiner zumindest teilweisen Kalzinierung, nämlich seiner Umwandlung von CaCO_3 zu CaO , zur Bindung von SO_2 geeignet ist, indem es zu CaSO_3 reagiert. Dieses CaSO_3 oxidiert im weiteren Verlauf im Drehofen zu CaSO_4 , welches in den Klinker eingebunden und aus dem Drehofen ausgetragen wird. Da den meisten Zementklinkern bei der Vermahlung zu Zement in jedem Fall Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) als Abbindeverzögerer zugegeben wird, ist das durch die Abgasentschwefelung in den Zementklinker gelangende CaSO_4 nicht nur unschädlich, sondern sogar nützlich, indem es den Verbrauch an Gips als Abbindeverzögerer verringert.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine Entschwefelung ohne separate Entschwefelungsanlage und ohne separates Absorbtionsmittel möglich. Das Verfahren verlangt deshalb nur sehr geringe Anlagen- und Betriebskosten.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens besteht darin, daß das Heißmehl nach seiner Entnahme vor der Wiedereingabe zwischenbehandelt wird. Eine solche Zwischenbehandlung kann darin bestehen, das Heißmehl, welches an der Entnahmestelle mehr als 850°C heiß ist, zu kühlen, um es mit geringerem Aufwand zur Eingabestelle zu fördern. Bei der Zwischenbehandlung kann man jedoch auch andere Stoffe, beispielsweise Ammoniak begeben. Besonders wirksam arbeitet die Entschwefelung, wenn gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens das Heißmehl zur Zwischenbehandlung hydratisiert wird.

Besonders wirkungsvoll arbeitet die Entschwefelung, wenn der Rückstromwirbler zwischen der vorletzten und letzten Stufe des Zyklonwärmetauschers angeordnet ist.

Die Erfindung läßt verschiedene Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips sind in der Zeichnung zwei Ausführungsformen eines Zyklonwärmetauschers eines Drehofens für die Herstellung von Zementklinker schematisch dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 einen Zyklonwärmetauscher mit angrenzenden Bauteilen und integrierter Abgasentschwefelung,

Fig. 2 einen oberen Bereich eines gegenüber Fig. 1 abweichenden Zyklonwärmetauschers.

Die Fig. 1 zeigt ein materialeinlaßseitiges Ende eines Drehofens 1, dem ein Zyklonwärmetauscher 2 mit in mehreren Stufen hintereinander angeordneten Zykklonen 3—9 vorgeschaltet ist. Vor den beiden die oberste Zyklonstufe bildenden Zykklonen 8, 9 ist ein Rückstromwirbler 10 angeordnet, welcher nahe seines unteren Endes einen Rohmehleinlaß 11 und einen Reaktionsmitteleinlaß 12 hat. Das Rohmehl wird auf übliche Weise gewonnen und über ein Zwischensilo 13 zugeführt. Wie bei Rückstromwirblern üblich, hat der Rückstromwirbler 10 an seinem unteren Ende einen Gaseinlaß 14 und an seinem oberen Ende einen Gasauslaß 15, der mit dem jeweiligen Gaseinlaß der beiden obersten, parallelgeschalteten Zykklonen 8, 9 des Zyklonwärmetauschers 2 verbunden ist.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist der Reaktionsmitteleinlaß 12 des Rückstromwirblers 10 über eine Verbindung 16 mit einem Heißmehlauslaß 17 verbunden, welcher sich unterhalb des Zykklons 3 der untersten Zyklonstufe des Zyklonwärmetauschers 2 befindet, so daß das dort anfallende Heißmehl zumindest teilweise kalziniert ist. In diese Verbindung 16 ist eine Heißmehlbehandlung 18 geschaltet, in der das Heißmehl beispielsweise gekühlt oder hydratisiert werden kann. Von der Verbindung 16 kann eine Abzweigung 19 zum Einlaß des unterhalb des Rückstromwirblers 10 angeordneten Zykklons 7 führen.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist der Reaktionsmitteleinlaß 12 des Rückstromwirblers 10 mit einem Reaktionsmittelsilo 20 verbunden. Dort bereitgehaltenes Reaktionsmittel wird dem Rückstromwirbler 10 zusammen mit dem über den Rohmehleinlaß 11 zugeführten Rohmehl dosiert zugeführt.

Der Rückstromwirbler 10 hat zusätzlich einen Rohmehl-Rückführeinlaß 21, welcher durch eine Rückführleitung 22 mit dem Feststoffauslaß 23 des Zykklons 9 verbunden ist. Dadurch können ein Teil der den Zyklon 9 über seinen Feststoffauslaß 23 verlassenden Feststoffe dem Rückstromwirbler 10 zugeführt werden, während die Hauptmenge zum nächsttieferen Zyklon 7 gelangt.

Bezugszeichenliste

- 1 Drehofen
- 2 Zyklonwärmetauscher
- 3—9 Zyklon
- 10 Rückstromwirbler
- 11 Rohmehleinlaß
- 12 Reaktionsmitteleinlaß
- 13 Zwischensilo
- 14 Gaseinlaß
- 15 Gasauslaß
- 16 Verbindung
- 17 Heißmehlauslaß
- 18 Heißmehlbehandlung
- 19 Abzweigung
- 20 Reaktionsmittelsilo
- 21 Rohmehl-Rückführeinlaß
- 22 Rückführleitung
- 23 Feststoffauslaß

Patentansprüche

1. Zyklonwärmetauscher für Drehöfen zur Klinkerzeugung in Zementwerken, bei dem Rohmehl von einem Rohmehleinlaß im Gegenstrom zu dem Abgas des Drehofens über in mehreren Stufen hintereinander geschaltete Zykklonen dem Drehofen zugeführt wird und der eine mit einem Reaktionsmittel arbeitende Abgasentschwefelung hat, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zyklonwärmetauscher (2) zusätzlich zu dem Rohmehleinlaß (11) einen Reaktionsmitteleinlaß (12) hat.
2. Zyklonwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in ihm ein Rückstromwirbler (10) geschaltet ist, welcher an seiner Unterseite einen Gaseinlaß (14) und darüber den Reaktionsmitteleinlaß (12) und den Rohmehleinlaß (11) und an seinem oberen Ende den Gasauslaß (15) hat und daß sein Gasauslaß (15) mit zumindest einem Zyklon (8, 9) einer oberen Stufe des Zyklonwärmetauschers (2) und sein Gaseinlaß (14) mit dem Gasauslaß eines Zykklons (7) der nächsttieferen Stufe des

Zyklonwärmetauschers (2) Verbindung hat.

3. Zyklonwärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückstromwirbler (10) zwischen der vorletzten und letzten Stufe des Zyklonwärmetauschers (2) angeordnet ist.

4. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückstromwirbler (10) zusätzlich zu dem Reaktionsmitteleinlaß (12) einen Rohmehl-Rückführeinlaß (21) hat, welcher über eine Rückführleitung (22) mit dem Feststoffauslaß (23) des dem Rückstromwirbler (10) nachgeschalteten Zyklons (9) verbunden ist.

5. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Reaktionsmitteleinlaß (12) des Rückstromwirblers (10) zum Zuführen des Reaktionsmittels eine Verbindung (16) zu einem Heißmehlauslaß (17) führt, welcher in einem solchen Bereich des Zyklonwärmetauschers (2) angeordnet ist, in dem das Rohmehl zumindest teilweise kalziniert wurde.

6. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in die Verbindung (16) zwischen dem Heißmehlauslaß (17) und dem Reaktionsmitteleinlaß (12) eine Heißmehlbehandlung (18) angeordnet ist.

7. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißmehlbehandlung (18) zum Kühlen des Heißmehls ausgebildet ist.

8. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißmehlbehandlung (18) zum Umwandeln von Calciumoxid (CaO) in Calciumhydroxid (Ca(OH)_2) ausgebildet ist.

9. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißmehlbehandlung (18) zum Einspritzen von Ammoniak ausgebildet ist.

10. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißmehlbehandlung (18) zur Zugabe zementtypischer Katalysatoren wie Eisenoxid oder Eisensulfat ausgebildet ist.

11. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das in den Rückstromwirbler (10) eingegebene Reaktionsmittel zusätzlich zum Calciumoxid zur Bindung von Schwermetallen Aktivkohle, Herdofenkoks oder ein anderes Reaktionsmittel enthält.

12. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von der Verbindung (16) zwischen dem Heißmehlauslaß (17) und dem Reaktionsmitteleinlaß (12) des Rückstromwirblers (10) eine Abzweigung (19) zum Gaseinlaß eines unterhalb des Rückstromwirblers (10) liegenden Zyklons (7) führt.

13. Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückstromwirbler (10) für eine Gasgeschwindigkeit von 5–8 m/s bemessen ist.

14. Verfahren zum Entschwefeln eines Drehofens für die Klinkererzeugung in Zementwerken mit einem Zyklonwärmetauscher nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem Rohmehl im Gegenstrom zu dem Abgas des Drehofens über

einen in mehreren Stufen hintereinander geschaltete Zyklone dem Drehofen zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Zyklonwärmetauscher in einem solchen Bereich, in welchem das Rohmehl zumindest teilweise kalziniert ist, aus dem Rohmehl entstandenes Heißmehl entnommen und in eine höhere Zyklonstufe eingegeben wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Heißmehl nach seiner Entnahme vor der Wiedereingabe zwischenbehandelt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Heißmehl zur Zwischenbehandlung hydratisiert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

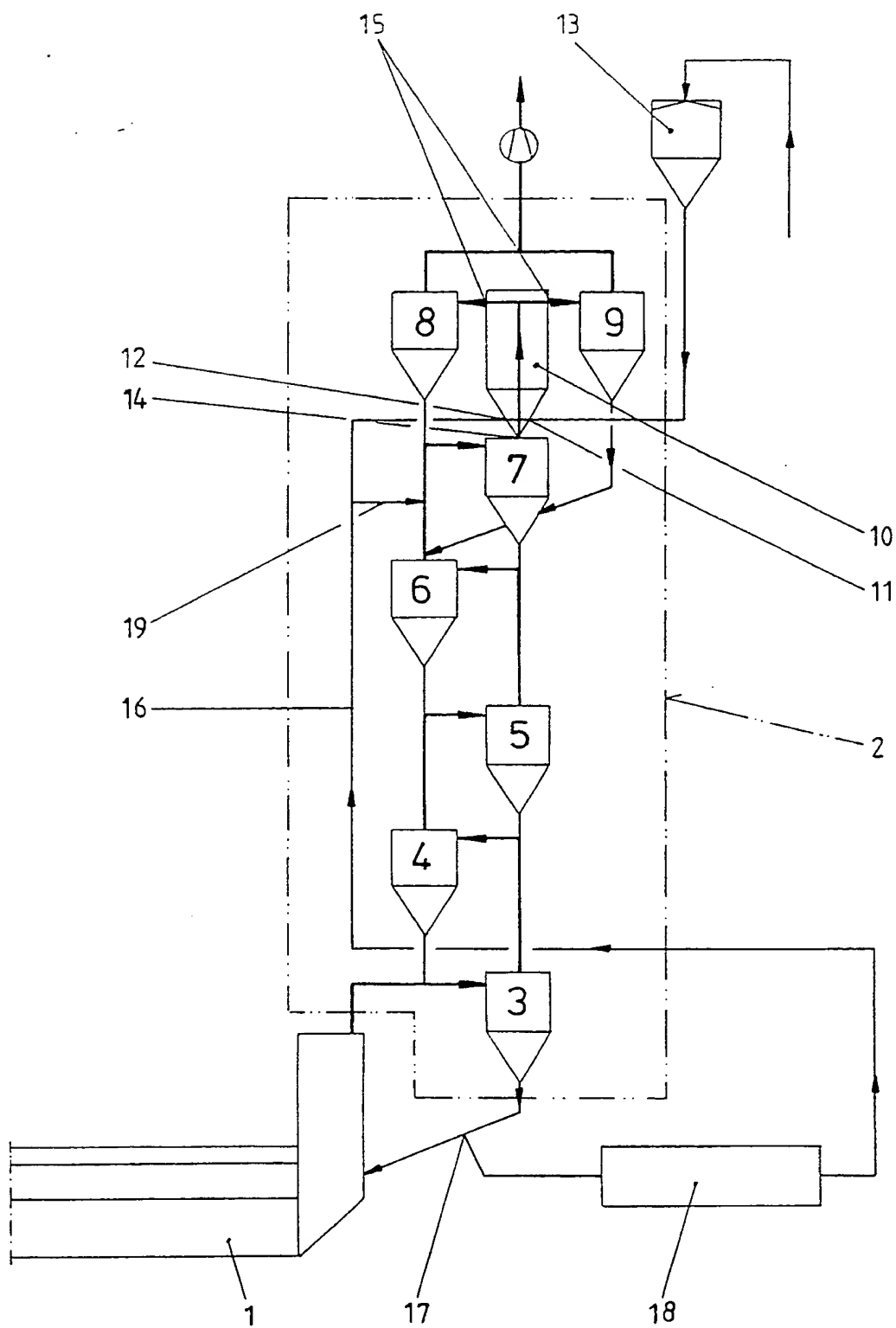


Fig.1

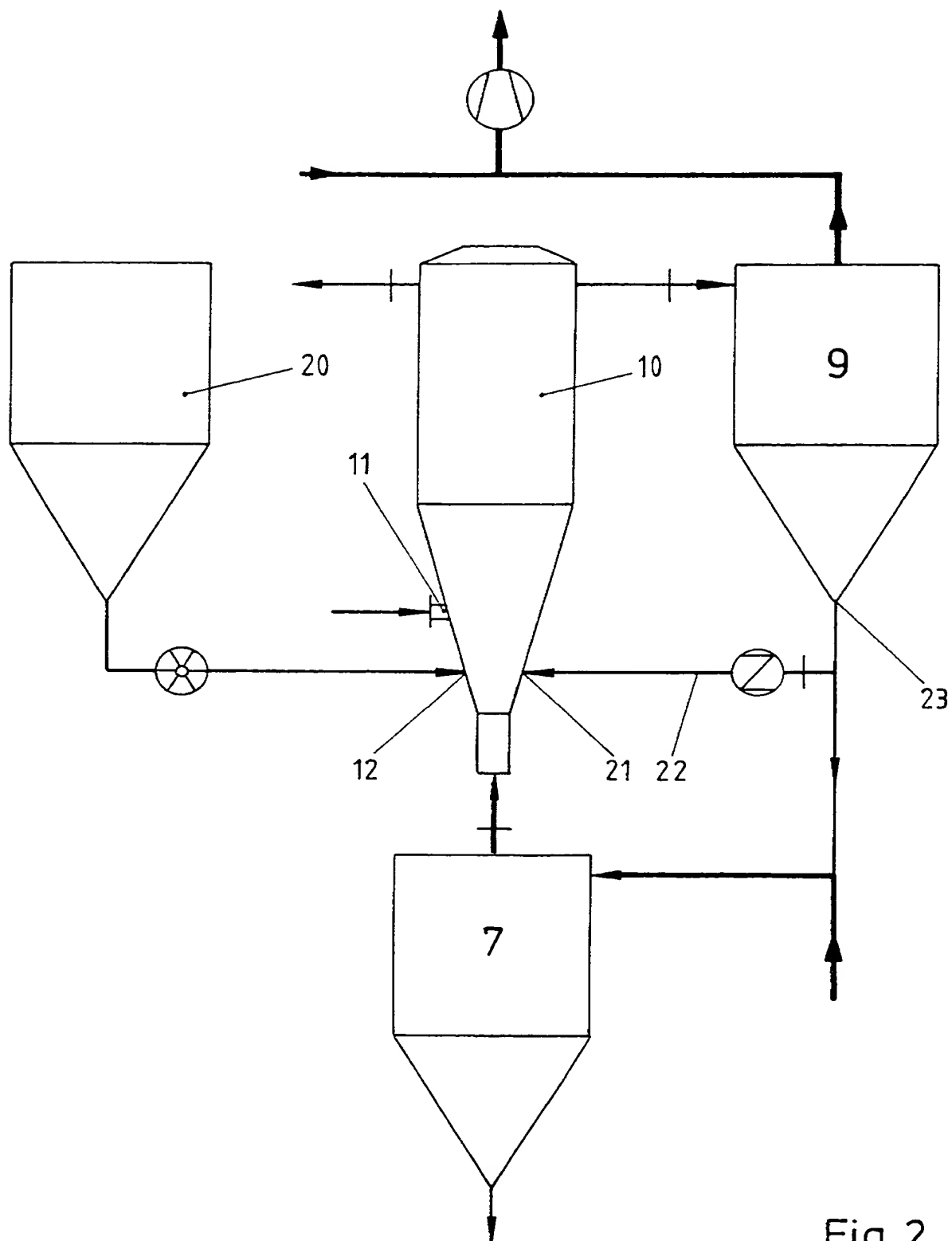


Fig. 2